

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kebutuhan Pakan Ikan

Warna pada ikan merupakan salah satu parameter yang menjadi daya tarik ikan hias. Ikan koi (*Cyprinus carpio* L.) adalah ikan hias air tawar yang memiliki daya tarik pada corak warnanya. Menurut Utomo dkk (2006) ikan koi memiliki kurang lebih 100 macam tipe warna. Warna sebagai nilai estetika juga sangat mempengaruhi nilai ekonomis ikan hias, oleh sebab itu kualitas warna harus dapat ditingkatkan dan dipertahankan salah satunya melalui rekayasa nutrisi pakan. Penambahan sumber peningkat warna dalam pakan akan mendorong peningkatan pigmen warna pada tubuh ikan, atau minimal ikan mampu mempertahankan pigmen warna pada tubuhnya selama masa pemeliharaan (Subamia dkk., 2010)

Menurut Mudjiman (1984) dalam Natalist (2003) dalam budidaya ikan dikenal dua kelompok pakan ikan, yaitu pakan alami dan pakan buatan. Pakan alami adalah pakan yang diberikan dalam bentuk aslinya yang langsung dapat dimakan oleh ikan, sedangkan pakan buatan adalah pakan yang telah diramu dan diolah sedemikian rupa dari berbagai macam pakan alami sehingga bahan dasarnya tidak tampak dan berwujud lagi.

Dalam kegiatan budidaya perikanan baik pada tahap kegiatan pembenihan maupun pembesaran, pakan buatan merupakan salah satu faktor produksi yang penting untuk menunjang keberhasilan kegiatan (Sutikno, 2011). Dalam memilih bahan untuk pakan ikan perlu dipertimbangkan kandungan nutrisi pakan, untuk

dapat tumbuh dengan baik dan berkembang biak ikan memerlukan bahan-bahan berupa protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral dan air.

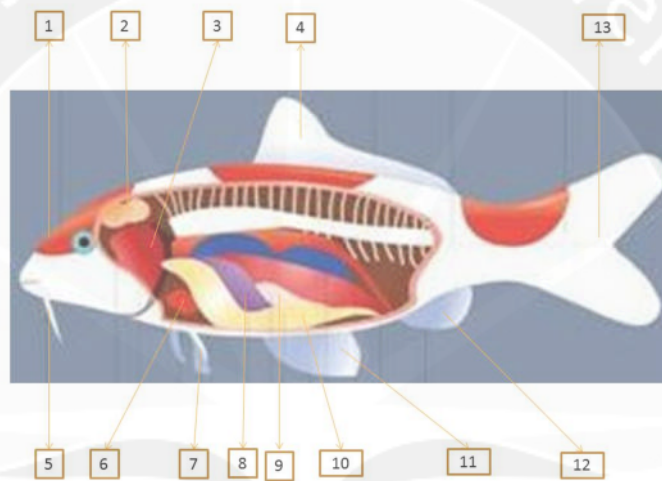
Protein pada pakan ikan diperlukan sebagai sumber utama untuk pertumbuhan, pemeliharaan dan pengganti sel-sel yang rusak. Dalam kebutuhan protein harus memperhatikan jenis dan umur ikan. Ikan berusia muda membutuhkan protein lebih banyak sebab berada pada fase pertumbuhan. Pada umumnya ikan membutuhkan kadar protein sebesar 20-60% tetapi kebutuhan optimum untuk tumbuh sebesar 30-36%, jika protein dalam pakan kurang dari 30% maka pertumbuhan ikan akan terhambat (Natalist, 2003).

Mudjiman (1984) dalam Natalist (2003) menambahkan bahwa kekurangan vitamin mengakibatkan keadaan yang disebut defisiensi vitamin. Defisiensi vitamin pada makanan yang dikonsumsi ikan menimbulkan gejala umum, yaitu nafsu makan turun, warna kulit abnormal, ikan kelihatan gelisah, keseimbangan ikan hilang, pertumbuhan sirip abnormal, pembentukan lendir berkurang, hati berlemak dan ikan mudah terserang infeksi.

B. Ikan Koi (*Cyprinus carpio* L.)

Menurut Effendi (1993) ikan koi berasal dari keturunan ikan karper hitam atau ikan mas yang melalui proses perkawinan silang dan menghasilkan keturunan yang berwarna-warni. Badan ikan koi berbentuk seperti torpedo dengan gerak berupa sirip. Sirip dada dan sirip ekor ikan koi hanya memiliki jari-jari lunak. Sirip punggung memiliki 3 jari-jari keras dan 20 jari-jari lunak. Sirip perut hanya memiliki jari-jari lunak sebanyak 9 buah. Sirip anus mempunyai 3 jari-jari keras

dan jari-jari lunak. Pada sisi badan dari pertengahan batang sampai batang ekor terdapat gurat sisi yang berguna untuk merasakan getaran suara. Garis ini terbentuk dari urat-urat yang ada di sebelah dalam sisik yang membayang hingga kesebelah luar. Hubungan kekerabatan ikan mas dan ikan koi sangat dekat karena termasuk dalam Famili, Genus, dan Spesies yang sama (Susanto, 2001). Morfologi ikan koi dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar1. Morfologi Ikan Koi (*Cyprinus carpio* L) (sumber: Agriefishery, 2012)

Keterangan:

- | | | |
|---------------|-----------------|---------------------|
| 1. Nostrils | 6. Heart | 11. Pelvic fin |
| 2. Brain | 7. Pectoral Fin | 12. Anal Fin |
| 3. Gills | 8. Liver | 13. Caudal Peduncle |
| 4. Dorsal Fin | 9. Spleen | |
| 5. Barbel | 10. Intestine | |

Habitat ikan koi yaitu di daerah beriklim sedang dan hidup pada daerah perairan tawar. Ikan koi dapat hidup pada kisaran suhu 8-30°C, oleh sebab itu ikan koi dapat dipelihara di seluruh Indonesia, mulai dari pantai hingga daerah pegunungan sedangkan suhu ideal untuk tumbuh ikan koi adalah 15-25°C. Di

daerah yang mempunyai musim dingin, ikan koi mampu bertahan hidup pada suhu 2-3°C (Anonim, 2012).

Menurut Effendi (1993) kedudukan taksonomi ikan koi (*Cyprinus carpio* L.) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Chordata
Sub Filum	: Vertebrata
Super Kelas	: Pisces
Kelas	: Osteichthyes
Sub Kelas	: Actino Ptergll
Ordo	: Cypriniformei
Sub Ordo	: Cyprinidae
Suku	: Cyprinidae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Spesies	: <i>Cyprinus carpio</i> L.

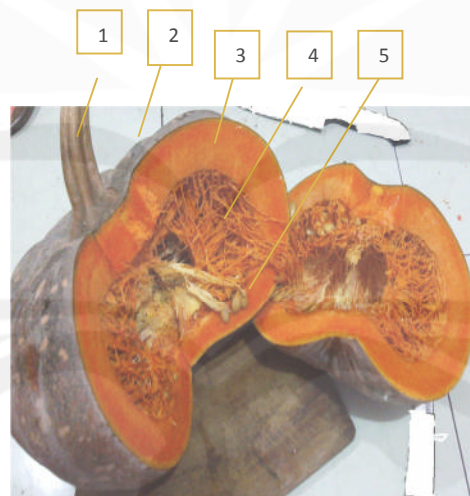
Ikan koi adalah *bottom feeder* (pemakan di dasar) dan bersifat omnivora yaitu pemakan segala jenis pakan. Pakan utama anak ikan koi adalah udang-udang renik seperti *daphnia*. Pakan ikan koi akan memengaruhi pembentukan zat warna tubuhnya. Tubuh ikan koi yang berwarna-warni disebabkan oleh adanya zat warna yang antara lain: zat pigmen karoten (jingga), rutin (kuning), atasantin (merah). Zat-zat tersebut di alam bebas dapat dijumpai pada tubuh hewan atau tumbuhan tertentu yang dapat dijadikan pakan ikan koi untuk meningkatkan warna tubuh ikan koi yang dipelihara (Natalist, 2003).

Perkembangan ikan koi di Indonesia menunjukkan perkembangan yang baik. Masyarakat Indonesia umumnya menyukai ikan koi karena pola warna yang terbentuk pada ikan koi dan ikan ini dipercaya dapat membawa *hoki* pada pemiliknya. Pada skala besar dapat dijadikan sumber penghasilan keluarga dan pada skala kecil untuk menyalurkan hobi. Ikan koi yang berkualitas dapat

dibentuk dari induk yang berkualitas baik, benih unggul dan juga dengan tidak mengesampingkan faktor lingkungan dan pakan (Arddhiagung dkk., 2009).

C. Labu Kuning (*Cucurbita moschata* D.)

Labu kuning (*Cucurbita moschata* D.) termasuk jenis tanaman menjalar dari Famili Cucurbitaceae. Labu kuning dikenal juga dengan nama waluh, *pumpkin* (Inggris), labu parang (Jawa Barat), labu merah dan labu manis. Pada daging buah terkandung beberapa vitamin antara lain vitamin C, vitamin A, dan vitamin B. Pada bagian tengah labu kuning terdapat biji yang diselimuti lendir dan serat. Biji berbentuk pipih dengan kedua ujungnya yang meruncing. Bentuk buah labu kuning ini bermacam-macam tergantung dari jenisnya (Gambar 2).



Gambar 2. Buah labu kuning (*Cucurbita moschata* D.)

Keterangan:

1. Tangkai buah
2. Kulit buah
3. Daging buah
4. Jaring-jaring biji
5. Biji

Berat buah labu kuning rata-rata 2-5 kg/buah, dan ada yang mencapai 30 kg/buah. Buah labu kuning memiliki daya awet tinggi setelah panen karena

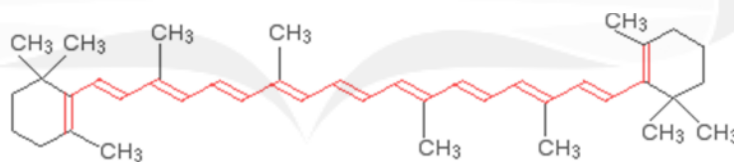
mempunyai kulit buah yang tebal dan keras sehingga dapat bertindak sebagai penghalang laju respirasi pada buah labu kuning. Daya awet dapat mencapai enam bulan atau lebih, tergantung pada cara penyimpanannya (Igfar, 2012).

Adapun menurut Rukmana (1997) kedudukan taksonomi tumbuhan labu kuning dikutip dari (Igfar, 2012) adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Cucurbitales
Familia	: Cucurbitaceae
Genus	: <i>Cucurbita</i>
Spesies	: <i>Cucurbita moschata</i> D.

Tanaman labu kuning dapat tumbuh di dataran rendah maupun tinggi. Untuk jenis lokal, buah dapat dipanen pada umur 3-4 bulan. Ketinggian tempat yang ideal untuk hidup labu kuning adalah antara 1000-3000 meter di atas permukaan laut. Jenis labu-labuan tidak mengenal musim sehingga tanaman ini dapat ditanam dan dipanen setiap saat asal kondisi tumbuhnya dapat memenuhi syarat yaitu berumur 3-4 bulan, memiliki berat berkisar antara 3-5 kg dan kulit buah berwarna hijau tua atau kuning pucat. Tanaman labu kuning memiliki daya adaptasi yang cukup tinggi karena tahan terhadap suhu dan curah hujan tinggi berkisar antara 500-2500 mm/tahun. sehingga biasa ditanam di daerah dengan iklim panas maupun dingin. Tanaman ini juga dapat tumbuh sepanjang tahun, baik di musim hujan maupun kemarau sehingga buah labu kuning tersedia setiap saat (Primasari, 2006).

Labu kuning juga mengandung inulin dan serat pangan yang sangat dibutuhkan untuk pemeliharaan kesehatan. Labu kuning merupakan salah satu jenis buah yang mengandung karotenoid tinggi, sehingga mendapat julukan raja β -karoten. Kandungan karoten pada buah labu kuning sangat tinggi yaitu sebesar 180,00 SI (Lestari, 2011). Betakaroten berfungsi melindungi mata dari serangan katarak. Betakaroten merupakan salah satu senyawa karotenoid yang mempunyai aktivitas vitamin A sangat tinggi. Dalam saluran pencernaan, betakaroten dikonversi oleh sistem enzim menjadi retinol, yang selanjutnya berfungsi sebagai vitamin A. Betakaroten dan karotenoid lain yang tidak terkonversi menjadi vitamin A, mempunyai sifat antioksidan, sehingga dapat menjaga integritas sel pada tubuh ikan (Anam dan Handajani, 2010). Struktur kimia betakarotein dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kimia Betakaroten dengan ikatan rangkap dua dan ikatan tunggal yang berselang-seling ditunjukkan dengan warna merah (Sumber: Clark, 2007).

Daun labu kuning berwarna hijau keabu-abuan. Bentuk melebar dengan diameter dapat mencapai 20 cm. Bunga labu kuning berbentuk lonceng dan berwarna kuning. Di dalam satu rumpun terdapat bunga jantan dan bunga betina. Bentuk buah labu kuning bermacam-macam ada yang berbentuk bulat, lonjong, bulat gepeng dan berbentuk seperti botol. Buah labu kuning yang masih muda kulitnya berwarna kehijauan, sedangkan buah yang sudah tua berwarna jingga

dengan bercak-bercak kuning kehijauan (Primasari, 2006). Komposisi zat gizi labu kuning dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Zat Gizi Labu Kuning Segar per 100 gram Bahan

No	Komponen Gizi	Kandungan	Satuan
1	Kalori	29,00	Kal
2	Protein	1,10	Gram
3	Lemak	0,30	Gram
4	Hidrat Arang	6,60	Gram
5	Kalsium	45,00	Mg
6	Fosfor	64,00	M
7	Zat Besi	1,40	Mg
8	Vitamin A	180,00	SI
9	Vitamin B1	0,08	Mg
10	Vitamin C	52,00	Gram
11	Air	91,20	Gram
12	BDD	77,00	%

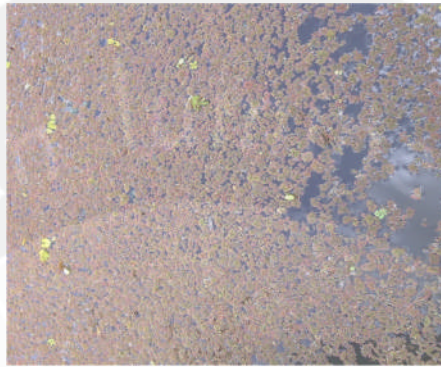
Sumber : Depkes RI (1972) dalam Igfar, (2012)

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa labu kuning merupakan sumber vitamin A dengan kandungan betakaroten yang tinggi yaitu 180,00 SI atau sekitar 1000-1.300 N/100 g bahan.

D. *Azolla* (*Azolla pinnata* R.Br.)

Azolla pinnata R.Br adalah jenis tumbuhan paku air yang mengapung banyak terdapat di perairan yang tergenang terutama di sawah-sawah dan di kolam. Mempunyai permukaan daun yang lunak mudah berkembang dengan cepat dan hidup bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* yang mempunyai kemampuan memfiksasi Nitrogen (N₂) dari udara, sehingga mempunyai kandungan protein yang tinggi. Dengan tingginya nitrogen dalam *Azolla* besar kemungkinan nitrogen ini dalam tubuh ikan dirubah menjadi protein sehingga protein inilah yang digunakan untuk pertumbuhan ikan. *Azolla* dapat digunakan sebagai pakan sumber protein untuk ikan, itik, ayam, babi, sapi dan kuda. Pada kondisi optimal

Azolla akan tumbuh baik dengan laju pertumbuhan 35% tiap hari. Nilai nutrisi *Azolla* mengandung kadar protein tinggi antara 24-30% (Akrimi, 2001). Tumbuhan *Azolla pinnata* R.Br dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tanaman *Azolla pinnata* R.Br

Keterangan: Warna daun hijau kemerahan memiliki kekhasan dapat bersimbiosis dengan bakteri *Anabaena azollae* yang memfiksasi nitrogen dari udara.

Menurut Lumpkin dan Plucknett (1980) dalam Febriani (2011) kedudukan taksonomi tumbuhan *Azolla pinnata* R.Br sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Divisi	: Pteridophyta
Kelas	: Pteridopsida
Ordo	: Salviniales
Famili	: Azollaceae
Genus	: <i>Azolla</i>
Spesies	: <i>Azolla pinnata</i> R.Br.

Sampai saat ini sumber protein nabati yang digunakan dalam pakan ikan adalah tepung kedelai sedangkan harga kedelai terus meningkat. Alternatif bahan pakan yang dapat dimanfaatkan dalam penyusunan pakan salah satunya adalah tepung *Azolla*. Tumbuhan *Azolla* merupakan gulma air yang tidak termanfaatkan, tetapi memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Menurut Lumpkin dan Plucknet (1982) dalam Handajani (2011) menyatakan bahwa kandungan protein

pada *Azolla* sp. sebesar 23,42% berat kering dengan komposisi asam amino esensial yang lengkap. Tumbuhan *Azolla* sangat berpotensi sebagai bahan penyusun pakan ikan sebagai sumber protein nabati pengganti tepung kedelai.

Syarat utama yang harus diperhatikan dalam pembuatan pakan ikan adalah kandungan nutrisi suatu bahan pakan harus cukup sesuai dengan kebutuhan ikan, disukai oleh ikan, mudah dicerna dan jika dilihat dari nilai ekonomisnya pakan yang dihasilkan dari pemanfaatan tepung *Azolla* mempunyai harga yang relative lebih murah jika dibandingkan dengan penggunaan tepung kedelai sehingga dengan pemanfaatan tepung *Azolla* dapat menekan biaya produksi pakan (Akrimi, 2001). Kandungan nutrisi pada tumbuhan *Azolla* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi pada Tumbuhan Air *Azolla pinnata* R.Br.

Komponen	Berat kering (%)
Nitrogen	4,50
Fosfor	0,70
Kalsium	0,70
Kalium	3,30
Magnesium	0,60
Mangan	0,10
Besi	0,20
Protein kasar	27,00
Lemak kasar	3,20
Gula	3,50
Amilum	6,50
Klorofil	0,50
Abu	10,50
Serat kasar	9,10

(Sumber: Akrimi, 2001)

Tumbuhan *Azolla* juga mengandung asam amino dan xantophil yang sangat baik untuk pakan ternak. Asam amino yang terkandung di dalam *Azolla pinnata* R.Br. dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Asam Amino Esensial *Azolla pinnata* R.Br

Jenis Asam Amino	Kadar Asam Amino (% berat protein)
Threonine	4,70
Valine	6,75
Methionine	1,88
Isoleucine	5,38
Leucine	9,05
Phenilalanine	5,64
Lisine	6,45
Histidine	2,31
Arginine	6,62
Triptophan	2,01

Sumber: Khan (1983) dalam Askar (2001)

Tumbuhan *Azolla* dikenal memiliki kandungan serat kasar yang cukup tinggi dari tabel kandungan nutrisi *Azolla* diketahui kandungan serat kasar sebesar 9,10%. Menurut Alexander (1977) dalam Nurfadhilah (2011) salah satu jenis kapang yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar serat kasar pada daun *Azolla* adalah *Trichoderma harzianum*. *Trichoderma harzianum* merupakan kapang selulolitik karena mampu menghasilkan senyawa selulase yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana. Sifat dari kapang ini tidak toksik, mudah dalam aplikasi, serta dapat diproduksi dalam jumlah besar, sedangkan kenaikan protein bersumber dari biomassa kapang yang semakin bertambah merupakan *single cell protein* (SCP) (Nurfadhilah, 2011).

Proses fermentasi umumnya memerlukan substrat. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai substrat adalah onggok yang merupakan limbah padat dari proses agro industri pembuatan tepung tapioka. Onggok dapat dijadikan sebagai sumber karbon dalam suatu media karena masih banyak mengandung pati (75%) yang tidak terekstrak, tetapi kandungan protein kasarnya rendah yaitu 1,04% berat kering (Supriyadi, 2009). Menurut Nurfadhilah (2011) fermentasi

merupakan proses yang relatif murah dan proses ini dengan cara dan dosis yang sesuai, mampu menyederhanakan karbohidrat kompleks, membentuk protein sehingga nilai gizi bahan pakan yang difermentasi lebih tinggi dari bahan asalnya.

E. Warna Ikan

Pengukuran warna suatu bahan dapat dilakukan dengan alat kolorimeter, spektrofotometer, colorider dan alat-alat lain yang khusus dirancang untuk pengukuran warna. Zat warna (pigmen) antara lain berupa *karoten* (warna jingga), *rutin* (warna kuning) dan *antasantin* (warna merah) terdapat pada kulit dalam (dermis), zat-zat tersebut di alam bebas dapat dijumpai pada tubuh hewan dan tumbuhan tertentu. Beberapa contoh tumbuhan yang mengandung pigmen antara lain wortel mengandung zat *karoten*, cabai hijau (*green pepper*) yang mengandung *rutin* dan ganggang spirulina mengandung *antasantin*. Pada hewan, *antasantin* dapat dijumpai pada kepiting dan udang (Effendy, 1993).

Warna pada ikan disebabkan oleh adanya sel pigmen atau kromatofora yang terdapat dalam dermis pada sisik, di luar maupun di bawah sisik. Warna merah atau kuning merupakan warna yang banyak mendominasi ikan hias. Komponen utama pembentuk pigmen merah dan kuning ini adalah pigmen karotenoid. *Astaxanthin* merupakan molekul karotenoid yang dominan terdapat warna pada ikan (Subamia dkk., 2010a). Menurut Lesmana (2002) fungsi utama *karoten* merupakan pigmen yang dapat memberikan warna sehingga ikan lebih menarik. Fungsi lain yang tidak kalah penting secara fisiologis adalah sebagai protektor sistem syaraf pusat terhadap sinar yang berlebihan, sebagai prekursor

vitamin A, pengenalan jenis seksual dan menunjang dalam termoregulasi tubuh. *Karoten* juga berpengaruh dalam pembentukan kuning telur (yolk) dan kesehatan ikan itu sendiri.

konsumsi *karoten* yang berlebihan tidak terlalu membahayakan. Studi yang dilakukan dengan betakaroten tidak menunjukkan adanya keracunan yang nyata sekalipun digunakan dalam dosis yang tinggi yaitu 60%, konsumsi *karoten* yang tinggi menyebabkan kenampakan kulit menjadi lebih terang akibat penyimpanan *karoten* dalam sel epitel (Natalist, 2003) .

F. Kualitas Air

Menurut Lesmana (2002) air mutlak diperlukan untuk kehidupan ikan. Kualitas air yang memenuhi syarat merupakan salah satu kunci dalam keberhasilan budidaya ikan. Kondisi air yang tidak memenuhi syarat akan mengganggu kesehatan ikan. Pengawasan air yang perlu diperhatikan antara lain meliputi derajat keasaman (pH), suhu, kandungan oksigen, dan CO₂ dalam air.

Menurut Lesmana dan Darmawan (2000) kualitas air yang baik untuk ikan koi mempunyai pH berkisar 7,2-7,4. Kandungan oksigen tinggi, yaitu antara 3-5 ppm atau tidak kurang dari 3 ppm dan kadar CO₂ tidak lebih dari 10 ppm. Suhu stabil 25-30°C. Kualitas air juga menentukan warna ikan yang dipelihara. Kualitas air dapat terus dijaga dengan membersihkan kolam dari sisa pakan dan kotoran ikan serta menambah aerasi untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam air.

G. Hipotesis

1. Variasi tepung labu kuning dan tepung *Azolla* fermentasi berpengaruh terhadap tingkat kecerahan warna dan pertumbuhan ikan koi (*Cyprinus carpio* L.)
2. Variasi tepung labu kuning dan tepung *Azolla* fermentasi yang optimal untuk meningkatkan kecerahan warna dan pertumbuhan ikan koi adalah 30:20%.